

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Юнаков Л. П.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Информационно-измерительная техника и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Матвеев Николай Константинович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-6.1 — способность создавать и поддерживать процессы жизненного цикла продукции в ракетно-космической промышленности, реализованные в информационных системах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-6.1**

*знания:*

на уровне представлений: об основных закономерностях орбитального движения космических аппаратов;

на уровне понимания: понимание принципов орбитального построения космических систем;

*умения:*

теоретические: использовать математический аппарат для определения основных параметров орбитального движения КА;

практические: обоснованный выбор орбитальных параметров с учетом функционального назначения космического аппарата;

*навыки:*

построения оптимальной схемы и расчета основных характеристик маневра космического аппарата.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	5	<b>Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.</b> 1. Разделы теории полета КА. Основные характеристики околоземного и космического пространства. Основные модели гравитационного поля Земли. 2. Элементы теории полета, системы координат. Небесная сфера. Системы координат, применяемые при изучении движения космических аппаратов.	6	2	2	0	0	4	10
3	5	<b>Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.</b> Дифференциальное уравнение относительного движения в задаче двух тел. Уравнения: интеграл энергии, интеграл площадей, интеграл Лапласа.	4	1	1	0	0	3	10
3	5	<b>Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.</b> Типы орбит. Зависимость типа орбиты от начальных условий движения. Первая, вторая и третья космические скорости.	6	3	1	0	2	3	10
3	5	<b>Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.</b> Формулировки первого, второго и третьего законов Кеплера. Уравнение Кеплера. Время перелета между произвольными точками орбиты.	11	6	2	0	4	5	10
3	5	<b>Раздел 5. Элементы орбиты КА.</b> Основные параметры орбиты. Определение элементов геостационарных и солнечно-синхронных орбит.	8	3	1	0	2	5	10
3	5	<b>Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.</b> Основные факторы, определяющие тип трассы КА. Виды трасс КА. Методика построения трассы КА.	7	3	1	0	2	4	10
3	5	<b>Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.</b> Основные методы исследования возмущенного движения центра масс КА. Метод оскулирующих элементов. Модель возмущенного движения КА. Периодические и вековые возмущения орбиты КА.	8	4	4	0	0	4	10
3	5	<b>Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.</b> Проведение исследований влияния внешних возмущающих факторов на основные параметры околоземных орбит. Анализ результатов, полученных при моделировании возмущенного движения с результатами, полученных по приближенным аналитическим зависимостям.	32	20	3	17	0	12	10
3	5	<b>Раздел 9. Маневрирование КА.</b> Виды и классификация маневров. Обобщенная схема межорбитального перелета КА. Кинематика импульсных маневров. Компланарный одноимпульсный орбитальный переход. Двух и трех импульсные компланарные переходы. Некомпланарные межорбитальные переходы. Фазирование орбит.	15	5	0	0	5	10	10
3	5	<b>Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.</b> Маневр дальнего сближения. Маневр ближнего наведения Траектория спуска КА с орбиты. Определение характеристики участков спуска.	11	4	2	0	2	7	10
Всего за 5 семестр			108	51	17	17	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	Определение видов траекторий невозмущенного орбитального движения.	2
2	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	Законы Кеплера и их использование для определения характеристик движения	2
3		Временные характеристики движения КА по орбите	2
4	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	Определение параметров солнечно-синхронных орбит.	2
5	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	Построение трассы полета космического аппарата.	2
6	Раздел 9.	Маневрирование космических аппаратов на орбите. Кинематика	5

	Маневрирование КА.	межорбитальных переходов. Расчет компланарных одноимпульсных, двухимпульсных и трехимпульсных переходов. Расчет некомпланарных межорбитальных переходов. Маневр встреча, расчет фазирования орбит.	
7	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	Определение характеристики участков спуска КА с орбиты.	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	Исследование влияние нецентральности гравитационного поля тяготения Земли на орбитальные параметры околоземных орбит	6
2		Исследование влияние возмущающего воздействия от аэродинамического сопротивления на орбитальные параметры околоземных орбит	6
3		Исследование влияние сил светового давления на орбитальные параметры околоземных орбит	5
Всего за 5 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	4
2	Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	3
3	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	3
4	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	5
5	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	5
6	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	4
7	Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.	Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	4
8	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	Подготовка к лабораторным работам	12
9	Раздел 9. Маневрирование КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач	10
10	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	7

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5				ТекК		ДР			ТекК	ДР	Отч. по ЛР		Отч. по ЛР		Отч. по ЛР, ТекК	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
2. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полета и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
3. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, 20 экз.
4. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
5. М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 49 экз.
6. Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 51 экз.
7. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Дрофа, 2004, 27 экз.
8. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
9. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
10. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: Лаборатория знаний, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Программа моделирования возмущенного орбитального движения КА.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Программа моделирования возмущенного орбитального движения КА.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-6.1 способность создавать и поддерживать процессы жизненного цикла продукции в ракетно-космической промышленности, реализованные в информационных системах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и анализом характеристик околоземного и космического пространства (условий полета); систем координат, применяемых при изучении полета космических аппаратов и разгонных блоков, основных закономерностей невозмущенного орбитального движения, действующих в орбитальном полете возмущающих факторов и их влияние на орбитальные параметры, методов исследования возмущенного орбитального движения; основных видов и характеристик маневров космических аппаратов, принципов орбитального построения космических систем, моделирования траекторий движения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Дрофа, 2004 (1) М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полета и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2)	3
Итого по разделу 2		3
<b>Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (2)	3
Итого по разделу 3		3
<b>Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2)	5
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Элементы орбиты КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (2, 5)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (6)	4
Итого по разделу 6		4

<b>Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.</b>		
Проработка и дополнение комментариями лекционного материала с использованием учебно-методических источников.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (3) Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1, 2)	4
Итого по разделу 7		4
<b>Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.</b>		
Подготовка к лабораторным работам	Н. К. Матвеев. . Моделирование возмущённого орбитального движения космического аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-5)	12
Итого по разделу 8		12
<b>Раздел 9. Маневрирование КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач	Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (6) Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (10)	10
Итого по разделу 9		10
<b>Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала по темам занятий и алгоритмов решения типовых задач.	Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (6)	7
Итого по разделу 10		7

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

Студенту предлагается 3 вопроса по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ. Вопросы текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатной или рукописной форме и включает в себя результаты численного моделирования и приближенно-аналитического расчета эволюций орбитальных параметров, вызванных заданным возмущающим фактором.

Отчет оценивается по следующим критериям:

- информативность представления полученных результатов численного моделирования возмущенного движения – 1,2
- сравнительный анализ полученных результатов приближенно-аналитического расчета и результатов численного моделирования -1,2
- качественное оформление с выполнением всех требований – 0,6 балла.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 0,3 до 0,6 являются:

- небрежное выполнение отчета,
  - низкое качество анализа полученных результатов численного материала
- Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов и необходимого графического материала,
  - ошибок в проведенных расчетах.

Отчет считается принятым при итоговой сумме баллов больше 2,0.

#### Экзамен

Для допуска к экзамену необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные программой дисциплины. На экзамене студенту дается 2 вопроса. Правильный ответ на один вопрос - "удовлетворительно", неполные ответы на два вопроса - "хорошо", полные развернутые ответы на два вопроса - "отлично". Вопросы к экзамену приведены в УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-6.1	
3	5	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета.	6	2	2	0	0	4	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Основные уравнения невозмущенного орбитального движения.	4	1	1	0	0	3	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Траектории невозмущенного орбитального движения.	6	3	1	0	2	3	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Законы и уравнение Кеплера.	11	6	2	0	4	5	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Элементы орбиты КА.	8	3	1	0	2	5	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Трасса полета космического аппарата.	7	3	1	0	2	4	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 7. Возмущенное орбитальное движение КА.	8	4	4	0	0	4	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 8. Анализ изменений параметров орбиты, вызываемых основными возмущающими факторами.	32	20	3	17	0	12	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 9. Маневрирование КА.	15	5	0	0	5	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 10. Маневры сближения и спуска КА.	11	4	2	0	2	7	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 5 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-6.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Если межорбитальный переход с круговой орбиты на другую круговую орбиту будет проведен по полуэллипсу Гомана, то это позволяет минимизировать...
- № 2 Какая орбита называется невозмущенной?
- № 3 Что определяет первая космическая скорость, вычисленная для Земли?
- № 4 При исследовании невозмущенного орбитального движения фигура Земли представляется в виде ....
- № 5 Положение плоскости невозмущенной орбиты КА полностью определяется ...
- № 6 Возможен ли прямой вывод космического аппарата ракетой-носителем на геостационарную орбиту с территории России?
- № 7 Что вызывает прецессию линии узлов околоземных орбит?
- № 8 Для какой круговой орбиты форма трасса имеет вид точки?
- № 9 Как называется угол, определяющий положение радиуса- вектора КА относительно направления на точку перигея орбиты?
- № 10 В какой точке эллиптической орбиты следует прикладывать бинормальный импульс для изменения её наклона?
- № 11 Какое количество констант полностью определяет невозмущенную орбиту?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Ускорение свободного падения в центральном гравитационном поле является ...
- постоянной величиной
- обратно-пропорциональной функцией от квадрата радиуса-вектора
- функцией от широты точки
- функцией широты и радиуса-вектора точки
- № 2 Сфера действия гравитационного поля Земли составляет ...
1. 6371 км
2. 149 млн. км
3. 930 тыс. км
4. 40000 км
- № 3 Уравнение Кеплера...
- определяет скорость КА в заданной точке
- определяет радиус-вектор заданной точки орбиты
- связывает положение КА с направлением на точку Овна
- связывает положение КА на орбите со временем
- № 4 Установите соответствие между формой орбиты и значением константы энергии из уравнения интеграл энергии
1. параболическая орбита
2. эллиптическая орбита
3. гиперболическая орбита
- А –положительная
- Б – отрицательная



- В – равна нулю
- № 5 Линия трассы космического аппарата находится в широтном поясе, ограниченным величиной ...
- наклонения
- долготы восходящего узла
- аргументом перигея
- истинной аномалии
- № 6 Согласно принимаемой модели гравитационного поля Земли установите соответствие между формой поверхности Земли и направлением силы тяжести
- 1.плоскость
- 2.сфера
- 3.эллипсоид
- А - по отвесу
- Б - по нормали
- В -по радиусу
- № 7 Ускорение свободного падения на земном экваторе полагают равным ...
- 9,80665 м/с<sup>2</sup>
- 9,78049 м/с<sup>2</sup>
- 9,83235 м/с<sup>2</sup>
- 9,81 м/с<sup>2</sup>
- № 8 Из уравнения интеграл площадей вытекает, что размер площадей, заметаемых радиус-вектором КА за один и тот же промежуток времени на разных участках заданной орбиты, одинаков для ...
- всех невозмущенных орбит любой формы
- круговых орбит
- эллиптических орбит
- гиперболических орбит
- № 9 Чтобы орбита КА была бы солнечно-синхронной необходимо при выборе параметров орбиты обеспечить равенство каких угловых скоростей?
- 1.угловая скорость вращения КА
- 2.угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси
- 3.угловая скорость вращения Земли относительно Солнца
- 4.угловая скорость прецессии линии узлов
- 5.угловая скорость прецессии линии апсид
- № 10 Установите соответствие между формой орбиты и значением эксцентриситета орбиты
1. параболическая орбита
2. эллиптическая орбита

3. гиперболическая орбита

4. круговая

А –  $0 < e < 1$

Б –  $e = 0$

В –  $e = 1$

Г –  $e > 1$

№ 11

Уравнение вида  $r = p/(1 + e \cos \theta)$  является уравнением ...

1 закона Кеплера

2 закона Кеплера

3 закона Кеплера